

5

10 Kühlkreislauf

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht von einem Kühlkreislauf nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aus.

20 Zu einem Kühlkreislauf gehören in der Regel eine zu kühlende Wärmequelle, z.B. eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs, die mittels eines Kühlmittels durch freie Konvektion oder gezielt durch eine Kühlmittelpumpe gekühlt wird. Die Temperaturdifferenz über der Wärmequelle ist lediglich von der Größe des Volumenstroms des Kühlmittels abhängig, während die absolute Temperatur des Kühlmediums durch den Wärmeeintrag der Wärmequelle, die Wärmeabfuhr über einen Kühler und die Wärmekapazitäten der Materialien bestimmt wird.

25 Die an der Wärmequelle aufgenommene Wärme kann über den Kühler an anderer Stelle wieder abgegeben werden oder verbleibt im Kühlmittel, wenn der Kühler über eine Bypassleitung kurzgeschlossen ist. Durch eine stufenlos variable Aufteilung des Kühlmittelstroms zwischen einem Kühlerzulauf und der Bypassleitung ist es möglich, das Temperaturniveau des Kühlmittels zu regeln.

In heutigen Kraftfahrzeugen übernimmt diese Regelung ein so genanntes Thermostatventil. In diesem Ventil, das am Eintritt des Kühlmittels in die Brennkraftmaschine oder am Austritt aus der Brennkraftmaschine angeordnet ist, dient eine mit
5 Wachs gefüllte Hülse als Aktuator. Wenn das Wachs bei einer bestimmten Temperatur zu schmelzen beginnt, vergrößert sich sein Volumen. Die Ausdehnung bei einer Zunahme der Temperatur und die Schrumpfung beim Abkühlen wird ausgenutzt, um einen Drosselkörper, z.B. eine Klappe, im Ventil zu verstellen, so
10 dass sich der Kühlerzulauf öffnet und das Temperaturniveau einigermaßen konstant gehalten wird. Es ist somit ein geschlossener Regelkreis.

Ein Kühlkreislauf, in dem ein Kühlmittel zirkuliert, zeichnet
15 sich durch lange Zeitkonstanten und Totzeiten aus. Werden die Temperaturen eines solchen Kühlkreislaufs mit einfachen Reglern, wie z.B. mit Thermostatventilen, geregelt, ist die Regelung verhältnismäßig träge und nicht besonders genau. Bei Anordnung des Thermostatventils auf der Auslassseite der
20 Brennkraftmaschine durchströmt beim Öffnen des Kühlers zunächst das kalte Kühlmittel des Kühlers die heiße Brennkraftmaschine, bis es das Thermostatventil am Ausgang der Brennkraftmaschine erreicht und dieses den Kühler wieder etwas schließt. So schwingt die Temperatur einige Male um einen
25 Sollwert, bis sich ein stationärer Zustand ergibt. Auch wenn die Wärmeleistung der Wärmequelle spontan stark zunimmt, steigt die Temperatur des Kühlmittels zunächst um etliche Grad an, bevor sich das Thermostatventil an die neuen Bedingungen angepasst hat.

30 Aus der DE 41 09 498 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zu einer sehr feinfühligten Regelung der Temperatur einer Brennkraftmaschine bekannt. Hierzu werden einer Steuerein-

richtung mehrere Eingangssignale zugeleitet, wie z.B. die Temperatur der Brennkraftmaschine, die Drehzahl und Last der Brennkraftmaschine, die Fahrzeuggeschwindigkeit, der Betriebszustand einer Klimaanlage bzw. der Heizung des Fahrzeugs und die Temperatur des Kühlwassers. Ein Sollwertgeber der Steuereinrichtung ermittelt unter Berücksichtigung der Eingangssignale einen Temperatursollwert für die Brennkraftmaschine. Entsprechend einem Vergleich der Istwerte mit den Sollwerten wirkt die Steuereinrichtung auf ein Dreiwegeventil, das im Mündungsbereich einer Bypassleitung in einer Rohrleitung zwischen der Brennkraftmaschine und einem Kühler angeordnet ist. Je nach Stellung des Dreiwegeventils wird der Zulaufstrom auf den Kühlerzulauf und auf die Bypassleitung aufgeteilt. Damit wird eine Kühlung der Brennkraftmaschine nicht nur in Abhängigkeit von unmittelbar für die Temperaturentwicklung wichtigen Betriebsparametern erfaßt, sondern auch in Abhängigkeit von Parametern von Zusatzaggregaten, die die Temperatur nur mittelbar beeinflussen. Weiterhin werden die Möglichkeiten zum Einstellen der optimalen Temperatur wesentlich erweitert, weil auch Störungen erfaßt und berücksichtigt werden können. Durch die Zuordnung verschiedener Einsatzbedingungen zu unterschiedlichen Bereichen von Temperatursollwerten ist eine schnelle Einstellung der gewünschten Temperatur möglich, was durch unterschiedliche Prioritäten der Einsatzbedingungen weiter verfeinert werden kann.

Vorteile der Erfindung

30 Nach der Erfindung ermittelt die Steuereinheit nach einer Kennlinie des Steuerventils einen Sollwert für die Stellung des Drosselkörpers, der ein Verhältnis des Kühlervolumenstroms zum Gesamtkühlmittelstrom am Steuerventil einstellt.

Dieses ist gleich dem Verhältnis zwischen der Differenz einer Temperatur am Ausgang der Bypassleitung minus einer Solltemperatur am Eingang der Wärmequelle und der Differenz der Temperatur am Ausgang der Bypassleitung minus einer Temperatur am Ausgang des Kühlers , wobei das Verhältnis des Kühlervolumenstroms zum Gesamtkühlmittelstrom bei einem negativen Wert gleich Null gesetzt und bei einem Wert größer eins auf eins begrenzt wird.

Die für die Ermittlung des Sollwerts erforderlichen Temperaturen werden durch Temperatursensoren erfasst. Hierbei können bereits vorhandene Temperatursensoren genutzt werden, wenn sie nicht allzu weit von den Stellen entfernt angeordnet sind, die für die Bestimmung des Sollwerts relevant sind. So kann z.B. anstelle der Temperatur am Ausgang der Bypassleitung die Temperatur hinter der Wärmequelle und/oder der Abzweigung der Bypassleitung zur Steuerung verwendet werden, wenn die Bypassleitung nicht zu lang und der Abstand der Abzweigung vom Ausgang der Temperaturquelle nicht zu groß ist.

Der erfindungsgemäße Kühlkreislauf ermöglicht es, die Temperatur des in die Wärmequelle einströmenden Kühlmittels präzise und schnell auf eine konstante oder variable von außen vorgegebene Temperatur zu steuern. Dabei werden die beiden Kühlmittelwege zum einen über den Kühler und zum anderen über die Bypassleitung als Quellen von kaltem und warmem Kühlmittel betrachtet. Um die Temperatur des kalten Kühlmittels zu bestimmen, ist am Ausgang des Kühlers ein Temperatursensor angebracht, und zwar zusätzlich zu dem bisher üblichen Temperatursensor am Ausgang der Wärmequelle, z.B. einer Brennkraftmaschine, für die der erfindungsgemäße Kühlkreislauf besonders geeignet ist.

Wird optional ein dritter Temperatursensor am Eingang der Wärmequelle eingefügt, kann die Temperaturregelung weiter verbessert werden, indem der erfindungsgemäßen Steuerung eine Regelung in Abhängigkeit der Temperatur am Eingang der Wärmequelle überlagert ist. Da das Steuerventil mit Hilfe der erfindungsgemäßen Ansteuerung die Temperatur am Eingang der Wärmequelle schon relativ gut führen kann, kann die Stellgröße des Reglers, der in einer der vorhandenen Steuereinheiten integriert sein kann, auf einen Teil des Stellwegs des Drosselkörpers des Steuerventils begrenzt werden. Zweckmäßigerweise wird für die Regelung ein einfacher, aber gut funktionierender Regler verwendet, beispielsweise ein Gain-Scheduling-P-Regler. Die Verstärkung des Reglers sollte vom Kühlmittelvolumenstrom abhängig gemacht werden, da die Empfindlichkeit des Kühlkreislaufs mit steigendem Volumenstrom zunimmt. Der Regler für die überlagerte Regelung in Abhängigkeit der Temperatur am Eintritt des Kühlmittels in die Wärmequelle kann gleichzeitig die Überwachung der ordnungsgemäßen Funktion des Steuerventils übernehmen. Die Überwachung ist allerdings eingeschränkt auch mit dem Temperatursensor am Austritt des Kühlmittels aus der Wärmequelle möglich.

Werden dem Kühlmittelkreislauf mehrere Wärmesenken und/oder Wärmequellen zugeführt und ändert sich die Wärmediszipation bzw. Wärmeemission dieser zeitlich nur langsam, können die Wärmesenken und/oder Wärmequellen einfach parallel zu den vorhandenen installiert werden, ohne dass sich die Regelgüte nennenswert ändert.

Zweckmäßigerweise wird als Steuerventil ein als Dreiwegeventil ausgebildetes, so genanntes Kükenventil verwendet, dessen Drosselkörper als Ventilküken ausgebildet ist, mindestens

einen ihn durchdringenden Verteilerkanal aufweist und durch einen Antrieb um die Drehachse verstellbar ist.

5 Im Gegensatz zu magnetisch betätigten Ventilen, arbeitet das
erfindungsgemäße Steuerventil geräuschlos. Ferner besitzt es
über den Stellwinkel des Drosselkörpers eine nahezu lineare
Kennlinie des Volumenstroms und des Volumenstromverhältnis-
ses, so dass die Position für einen optimalen Kühlmittelvolu-
menstrom und die Kühlmitteltemperatur angesteuert werden
10 kann. Über ein Kennfeld können auch schlechtere Ventile ge-
nutzt werden. Die Geschwindigkeitserhöhung ist in erster Li-
nie eine Folge der Kenntnis der Kühlaustrittstemperatur, so
dass man vorausschauend stellen kann, statt mit einem Regler
auf schon eingetroffene Ereignisse zu reagieren. Dadurch kann
15 die Temperaturregelung, die häufig durch lange Totzeiten im
Allgemeinen träge ist, wesentlich beschleunigt werden.

Besonders eignet sich ein Dreiwegeventil, dessen Drosselkör-
per eine kugelförmige Oberfläche und einen inneren Verteiler-
20 kanal hat. Dieser verläuft quer zur Drehachse und ist an ei-
ner im Wesentlichen zur Drehachse parallelen Mantelfläche
offen, während die gegenüberliegende Mantelfläche geschlossen
ist. Durch Drehen der Kugel wird entweder der Kreislauf über
den Kühler oder der Kreislauf über die Bypassleitung mehr
25 oder weniger freigegeben. Das so gebildete seitlich zur Dreh-
achse angeströmte Kugelventil weist im Vergleich zu den von
unten angeströmten Kugelventilen eine idealere Mischkennlinie
auf. Dies kann auf günstige Umlenkeffekte durch die Schräg-
stellung der Prallfläche am Drosselkörper in den Bereichen
30 zwischen 60° und 120° Kugeldrehung zurückgeführt werden.
Durch die günstigen Kennlinien und Strömungsverhältnisse eig-
net sich das Dreiwegeventil für Kühlkreisläufe mit elektrisch
betriebenen Pumpen. Diese können kleiner dimensioniert wer-

den, so dass sich ihre Leistungsaufnahme verringert und sich der Gesamtwirkungsgrad verbessert.

5 Im Bereich der Drehachse besitzt der Ventilkörper des Dreiwegeventils einen Temperatursensor, der in einen Verteilerkanal des Drosselkörpers hineinragt. Er erfasst hier eine Temperatur des Kühlmittels, die gleichzeitig repräsentativ für die Temperatur am Ausgang der Bypassleitung und am Ausgang der
10 Wärmequelle ist, vorausgesetzt dass die Bypassleitung nicht zu lang und der Abstand der Abzweigung der Bypassleitung zur Wärmequelle nicht zu groß ist.

Zweckmäßigerweise erzeugt eine erste Steuereinheit den Sollwert für die Position des Drosselkörpers, der von einer zweiten, im Steuerventil integrierten elektronischen Steuereinheit mit einem ermittelten Istwert der Position des Drosselkörpers zu einer Stellgröße für die Position des Drosselkörpers nach der Kennlinie verarbeitet wird. Das Steuerventil befindet sich mit der zweiten Steuereinheit in einem übergeordneten Regelkreis, beispielsweise einem Kühlkreislauf, einer Brennkraftmaschine. Die zweite Steuereinheit bildet mit dem Steuerventil einen untergeordneten Steuerkreislauf. Somit erhält das Steuerventil eine eigene Steuerintelligenz und kann auch ohne übergeordnete, erste Steuereinheit bei Ausfall
20 die wichtigen Funktionen übernehmen. Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung verfügen deshalb die erste oder zweite Steuereinheit über eine Ausfallerkennung, die im Fall eines Ausfalls selbstständig auf Notlaufbetrieb umschaltet. Im Normalfall ist nur begrenzter Datenaustausch mit der ersten
30 Steuereinheit nötig, so dass Signalleitungen eingespart werden können. Die Verbindung zwischen der zweiten Steuereinheit und der übergeordneten ersten Steuereinheit wird vorwiegend

benutzt, um dem Mikrocontroller der zweiten Steuereinheit den Sollwert für die Stellung des Drosselkörpers vorzugeben.

5 Zeichnung

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und
10 die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

15 Es zeigen:

- | | |
|----------------|---|
| Fig. 1 | einen schematisch dargestellten Kühlkreislauf einer Brennkraftmaschine, |
| 20 Fig. 2 | eine Variante zu Fig. 1 und |
| Fig. 3 | einen perspektivischen Teilschnitt durch ein Steuerventil. |

25 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel stellt eine Brennkraftmaschine 12 eine Wärmequelle dar, während ein Kühler 14 eine Wärmesenke bildet. Die Brennkraftmaschine 12 ist über
30 eine Kühlmittelleitung 16 mit einem Kühlerzulauf 18 des Kühlers 14 verbunden. Eine elektrisch angetriebene Kühlmittelpumpe 28 fördert von einem Kühlerrücklauf 20 das Kühlmittel zur Brennkraftmaschine 12 zurück. Der so gebildete Kühlkreis-

lauf ist mit 10 bezeichnet. Ein Pfeil 78 gibt die Richtung der Kühlmittelströmung an. Ein Lüfter 38 beaufschlagt den Kühler 14 mit Kühlluft, der somit die Wärme aus dem Kühlmittel an die Umgebung abgibt.

5

Der Kühler 14 kann über eine Bypassleitung 22 kurzgeschlossen werden. Die Bypassleitung 22 zweigt an einer Abzweigung 24 von der Kühlmittelleitung 16 ab und ist an ihrem Ausgang 36 mit dem Kühlerrücklauf 20 verbunden. An der Abzweigung 24 ist
10 ein Steuerventil 26 vorgesehen, das den Gesamtkühlmittelstrom in der Kühlmittelleitung 16 auf den Kühlerzulauf 18 und die Bypassleitung 22 in erfindungsgemäßer Weise aufteilt.

Hierzu sind ein Temperatursensor 32 am Ausgang der Brennkraftmaschine 12 und ein Temperatursensor 34 am Ausgang des
15 Kühlers 14 angeordnet. Optional ist ein weiterer Temperatursensor 30 am Eingang der Brennkraftmaschine 12 vorgesehen. Der Temperatursensor 32 erfasst eine Kühlmitteltemperatur, die in erster Näherung der Kühlmitteltemperatur am Ausgang 36
20 der Bypassleitung 22 entspricht, sofern die Bypassleitung 22 kurz und der Abstand der Abzweigung 24 vom Temperatursensor 32 nicht zu groß ist. Sollten diese Voraussetzungen nicht gegeben sein, ist es zweckmäßig, einen weiteren Temperatursensor am Ausgang 36 der Bypassleitung 22 vorzusehen.

25

Mit Hilfe der ermittelten Temperaturwerte und einer Kennlinie oder eines Kennfelds für das Steuerventil 26 bestimmt eine
erste Steuereinheit 40 einen Sollwert 50 für die Position des Drosselkörpers 58 des Steuerventils 26, wobei die Position
30 des Drosselkörpers 58 das Verhältnis x des Kühlervolumenstroms zum Gesamtkühlmittelstrom bestimmt. Das angestrebte Verhältnis ist

$$x_{\text{soll}} = (T_{\text{MA}} - T_{\text{Mesoll}}) / (T_{\text{MA}} - T_{\text{KA}})$$

wobei T_{MA} die Temperatur am Ausgang 36 der Bypassleitung 22 oder am Ausgang der Brennkraftmaschine 12 bzw. am Steuerventil 26,

T_{Mesoll} die Solltemperatur am Eingang der Brennkraftmaschine 12 und

T_{KA} die Temperatur am Ausgang des Kühlers 14 ist.

Aus dem Verhältnis X_{soll} wird anhand einer Kennlinie oder eines Kennfelds für das Steuerventil 26 der Sollwert 50 für die Position des Steuerventils 26 bestimmt.

Zur Ermittlung des Sollwerts 50 dienen an sich bekannte elektronische Steuereinheiten, die in Fig. 1 nicht näher dargestellt sind. Die Ausführung nach Fig. 2 besitzt eine erste Steuereinheit 40 und eine zweite Steuereinheit 42. Diese Steuereinheiten 40, 42 sind untereinander und mit den Sensoren 30, 32, 34 über Signalleitungen 80 verbunden. Die zweite Steuereinheit 42 ist zusammen mit einem Antrieb 44, einer Positionsmesseinrichtung 46 und einem Stellglied 48 in dem Steuerventil 26 integriert, so dass dieses autark die Position des Drosselkörpers 58 in erfindungsgemäßer Weise festlegen kann. Die erste Steuereinrichtung 40 ermöglicht eine übergeordnete Steuerung und Regelung, indem sie für die zweite Steuereinrichtung 42 in Abhängigkeit von zahlreichen Eingangssignalen 54, zu denen auch die Temperatursignale der Temperatursensoren 30, 32, 34 gehören, mittels eines Sollwertgebers 56 den Sollwert 50 für die zweite Steuereinrichtung 42 vorgibt. Somit kann der Steuerung der zweiten Steuereinheit 42 eine Regelung in Abhängigkeit weiterer relevanter Parameter überlagert werden, z.B. in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels am Eingang der Brennkraftmaschine 12. Zweckmäßigerweise sind die Steuereinheiten 40, 42 für

mehrere unterschiedliche Kennlinien des Steuerventils 26 programmierbar.

Das Steuerventil 26 nach Fig. 3 ist als Dreiwegeventil ausgebildet und besteht im Wesentlichen aus einem Ventilkörper 60 und einem Drosselkörper 58, der zweckmäßigerweise eine kugelförmige Oberfläche besitzt. Es sind aber auch andere Oberflächenformen denkbar, wie beispielsweise zylindrische oder konische.

Der Drosselkörper 58 ist zweckmäßigerweise ein Spritzgussteil aus einem thermoplastischen Kunststoff. Vorzugsweise wird eine Antriebswelle 62 in einem Arbeitsgang angespritzt und ein innerer Verteilerkanal 72 sowie eine Bohrung zur Aufnahme des Temperatursensors 32 durch Einlegeteile ausgeformt, die vor dem Spritzguss in das Werkzeug eingelegt werden. Der Temperatursensor 32, der diametral zur Antriebswelle 62 angeordnet ist und in den Verteilerkanal 72 ragt, ist auf einfache Weise in das Steuerventil 26 integriert und erfasst die Kühlmitteltemperatur unmittelbar in diesem Bereich, d.h. in Nähe des Ausgangs der Brennkraftmaschine 12, wenn das Steuerventil 26 mittels Schrauben an einer Kühlmittelaustrittsöffnung an der Brennkraftmaschine 12 angeflanscht ist.

Der Verteilerkanal 72 verläuft quer zu einer Drehachse 64 des Drosselkörpers 58 und ist an einer im Wesentlichen zur Drehachse 64 parallelen Mantelfläche 82 offen, während er an der gegenüberliegende Mantelfläche 84 geschlossen ist.

Der Ventilkörper 60 bildet den äußeren Teil des Steuerventils 26 und besitzt einen Anschluss an der offenen Seite der Mantelfläche 82 für die von der Brennkraftmaschine 12 kommende Kühlmittelleitung 16, einen Anschluss 68 für den Kühlerzulauf

18 und einen Anschluss 66 für die Bypassleitung 22. Die Anschlüsse 66, 68 und der Anschluss zur Bypassleitung 22 liegen in einer Ebene senkrecht zur Drehachse 64.

- 5 Im Bereich der Anschlüsse 66 und 68, die diametral zueinander liegen, aber auch unter einem kleineren Winkel zueinander angeordnet sein können, weist der Ventilkörper 60 zum Drosselkörper 58 hin separate Dichtringe 74 auf, die vorzugsweise aus Tetrafluoräthylen bestehen und gleichzeitig zur Lagerung
10 für den Drosselkörper 58 dienen. Ein Dichtring 74 wird im Bereich des Anschlusses 68 durch eine Hülse 76 gehalten, die an einer Stirnfläche am Dichtring 74 anliegt. Die Hülse 76 wird durch eine Schraubenfeder 70 an den Dichtring 74 gepresst. Auf diese Art wird der Verschleiß an den Dichtringen
15 74 kompensiert und eine ausreichende Abdichtung über die gesamte Produktlebensdauer sicher gestellt.

5

Ansprüche

10 1. Kühlkreislauf (10) mit mindestens einer Wärmequelle
 (12), einem Kühler (14) und einer Bypassleitung (22), die
 einen Kühlerzulauf (18) mit einem Kühlerrücklauf (20) verbin-
 det und an deren Abzweigung (24) ein Steuerventil (26) ange-
15 ordnet ist, dessen Drosselkörper (58) elektrisch in Abhängig-
 keit von Betriebsparametern und Umgebungsparametern durch
 mindestens eine Steuereinheit (40, 42) ansteuerbar ist und
 den Kühlmittelstrom zwischen dem Kühlerzulauf (18) und der
 Bypassleitung (22) aufteilt, dadurch gekennzeichnet, dass die
20 Steuereinheit (40, 42) nach einer Kennlinie des Steuerventils
 (26) einen Sollwert (50) für die Stellung des Drosselkörpers
 (58) ermittelt, der ein Verhältnis des Kühlervolumenstroms
 zum Gesamtkühlmittelstrom am Steuerventil (26) einstellt, das
 gleich dem Verhältnis zwischen der Differenz einer Temperatur
25 am Ausgang (36) der Bypassleitung (22) minus einer Solltempe-
 ratur am Eingang der Wärmequelle (12) und der Differenz der
 Temperatur am Ausgang (36) der Bypassleitung (22) minus einer
 Temperatur am Ausgang des Kühlers (14) ist, wobei das Ver-
 hältnis des Kühlervolumenstroms zum Gesamtkühlmittelstrom bei
30 einem negativen Wert gleich Null gesetzt und bei einem Wert
 größer eins auf eins begrenzt wird.

2. Kühlkreislauf (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
 net, dass der Drosselkörper (58) als Ventilküken ausgebildet

ist, mindestens einen ihn durchdringenden Verteilerkanal (72) aufweist und durch einen Antrieb (44) um eine Drehachse (64) verstellbar ist.

5 3. Kühlkreislauf (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Drosselkörper (58) eine kugelförmige Oberfläche und einen inneren Verteilerkanal (72) hat, der quer zu einer Drehachse (64) verläuft und an einer im Wesentlichen zur Drehachse (64) parallelen Mantelfläche (82) offen ist, während die gegenüberliegende Mantelfläche (84) geschlossen ist.
10

4. Kühlkreislauf (10) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Drosselkörper (58) in einem Ventilkörper (60) gelagert ist, der einen Temperatursensor
15 (32) aufweist, der im Bereich der Drehachse (64) in den Verteilerkanal (72) hineinragt.

5. Kühlkreislauf (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Steuereinheit
20 (40) den Sollwert (50) für die Position des Drosselkörpers (58) erzeugt, der von der zweiten im Steuerventil (26) integrierten elektronischen Steuereinheit (42) mit einem ermitteltem Istwert (52) der Position des Drosselkörpers (58) zu einer Stellgröße für die Position des Drosselkörpers (58)
25 verarbeitet wird.

6. Kühlkreislauf (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Steuereinheiten (40, 42) für unterschiedliche Ventilkennlinien programmierbar ist.

30

7. Kühlkreislauf (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Steuereinheiten (40, 42) über eine Ausfallerkennung verfügt und im

Fall eines Ausfalls der ersten Steuereinheit (40) auf einen Notlaufbetrieb umschaltet, bei dem die zweite Steuereinheit (42) Steuersignale von zusätzlichen Sensoren erhält.

- 5 8. Kühlkreislauf (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerung eine Regelung in Abhängigkeit einer Temperatur am Eingang der Wärmequelle (12) überlagert ist.
- 10 9. Kühlkreislauf (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellgröße der Regeleinrichtung auf einen Teil des Stellwegs des Drosselkörpers (58) begrenzt ist.
- 15 10. Kühlkreislauf (10) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung ein Gain-Scheduling-P-Regler ist.
- 20 11. Kühlkreislauf (10) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung die ordnungsgemäße Funktion des Steuerventils (26) überwacht.
- 25 12. Kühlkreislauf (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Wärmequellen (12) und/oder Wärmesenken (14) vorgesehen sind.
- 30 13. Kühlkreislauf (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass anstelle der Temperatur am Ausgang (36) der Bypassleitung (22) die Temperatur hinter der Wärmequelle (12) und/oder an der Abzweigung (24) der Bypassleitung (22) zur Steuerung verwendet wird.

5

10 Zusammenfassung

Die Erfindung geht von einem Kühlkreislauf (10) aus mit mindestens einer Wärmequelle (12), einem Kühler (14) und einer Bypassleitung (22), die einen Kühlerzulauf (18) mit einem
15 Kühlerrücklauf (20) verbindet und an deren Abzweigung (24) ein Steuerventil (26) angeordnet ist, dessen Drosselkörper (58) elektrisch in Abhängigkeit von Betriebsparametern und Umgebungsparametern durch mindestens eine Steuereinheit (40, 42) ansteuerbar ist und den Kühlmittelstrom zwischen dem
20 Kühlerzulauf (18) und der Bypassleitung (22) aufteilt.

Es wird vorgeschlagen, dass die Steuereinheit (40, 42) nach einer Kennlinie des Steuerventils (26) einen Sollwert (50) für die Stellung des Drosselkörpers (58) ermittelt, der ein
25 Verhältnis des Kühlervolumenstroms zum Gesamtkühlmittelstrom am Steuerventil (26) einstellt, das gleich dem Verhältnis zwischen der Differenz einer Temperatur am Ausgang (36) der Bypassleitung (22) minus einer Solltemperatur am Eingang der Wärmequelle (12) und der Differenz der Temperatur am Ausgang
30 (36) der Bypassleitung (22) minus einer Temperatur am Ausgang des Kühlers (14) ist, wobei das Verhältnis des Kühlervolumenstroms zum Gesamtkühlmittelstrom bei einem negativen Wert

gleich Null gesetzt und bei einem Wert größer eins auf eins begrenzt wird.

(Fig. 1)

5

10

5

Bezugszeichen

10

10	Kühlkreislauf	52	Istwert
12	Wärmequelle	54	Eingangssignal
14	Kühler	56	Sollwertgeber
16	Kühlmittelleitung	58	Drosselkörper
18	Kühlerzulauf	60	Ventilkörper
20	Kühlerrücklauf	62	Antriebswelle
22	Bypassleitung	64	Drehachse
24	Abzweigung	66	Anschluss
26	Steuerventil	68	Anschluss
28	Kühlmittelpumpe	70	Schraubenfeder
30	Temperatursensor	72	Verteilerkanal
32	Temperatursensor	74	Dichtring
34	Temperatursensor	76	Hülse
36	Ausgang	78	Pfeil
38	Lüfter	80	Signalleitung
40	erste Steuereinheit	82	Mantelfläche
42	zweite Steuereinheit	84	Mantelfläche
44	Antrieb		
46	Positionsmesseinrichtung		
48	Stellglied		
50	Sollwert		